

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-333069

(43)Date of publication of application : 18.12.1998

(51)Int.Cl. G02B 26/10  
G02B 26/10  
B41J 2/44

(21)Application number : 09-157842

(71)Applicant : ASAHI OPTICAL CO LTD

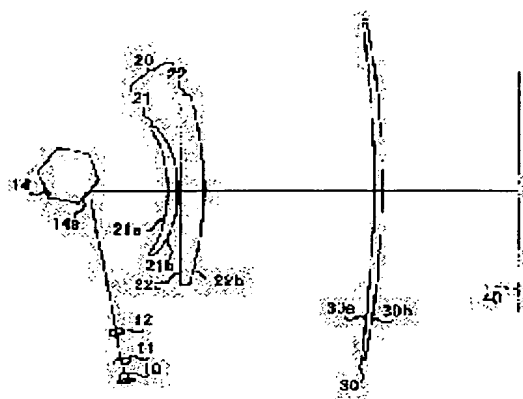
(22)Date of filing : 30.05.1997

(72)Inventor : KAMIKUBO JUNJI

**(54) SCANNING OPTICAL SYSTEM****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a scanning optical system capable of suppressing the change of interval of scanning lines to be small even when the system is applied to a multibeam scanning optical system while suppressing the generation of a curvature of field in the sub-scanning direction.

**SOLUTION:** A divergent light beam emitted from a multi-point light emitting semiconductor laser 10 is made to be a parallel light beam by a collimator lens 11 and made incident on the reflection plane 14a of a polygon mirror 14 as a deflector through a cylindrical lens 12 having a positive power in the sub-scanning direction. The laser beam reflected/deflected by the polygon mirror 14 is converged through a scanning lens 20 and a compensating lens 30 and forms plural stops for scanning a scanning objective surface 40 in the main scanning direction. The power distribution of the lens surface 21a of a first lens 21 composed as an anamorphic surface and the lens surface 30a of a compensating lens 30 in the sub-scanning direction has an effect for compensating the curvature of field in the sub-scanning direction and, consequently, the compensating effect of curvature of field is distributed to the lens surfaces 21a, 30a in this example.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-333069

(43) 公開日 平成10年(1998)12月18日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 26/10

識別記号

1 0 3

B 4 1 J 2/44

F I

G 0 2 B 26/10

B 4 1 J 3/00

B

1 0 3

D

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願平9-157842

(22) 出願日

平成9年(1997)5月30日

(71) 出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72) 発明者 上塚 淳二

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

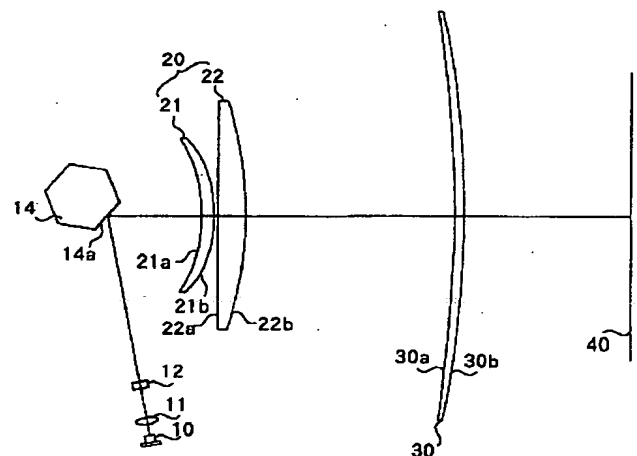
(74) 代理人 弁理士 松岡 修平

(54) 【発明の名称】 走査光学系

(57) 【要約】

【課題】 従来の走査光学系は、複数のビームを同時に走査させるマルチビーム走査光学系に適用した場合に、走査線の相対的な間隔が走査位置によって変化し、描画性能が劣化するという問題を有する。

【解決手段】 多点発光半導体レーザー10から発した発散光をコリメートレンズ11により平行光束とし、副走査方向に正のパワーを有するシリンドリカルレンズ12を介して偏向器であるポリゴンミラー14の反射面14aに入射させる。ポリゴンミラー14で反射、偏向されたレーザー光は、走査レンズ20および補正用レンズ30を介して収束され、走査対象面40上に主走査方向に走査する複数のスポットを形成する。アナモフィック面として構成された第1レンズ21のレンズ面21aと補正用レンズ30のレンズ面30aとの副走査方向のパワー配分は、共に副走査方向の像面湾曲を補正する効果を有しており、したがって、この例ではレンズ面21a、30aに像面湾曲補正効果が分配されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源から発した光束を偏向器により偏向、走査させ、主走査方向に正のパワーを有する走査用レンズと、主として副走査方向に正のパワーを持つ補正用レンズとを介して走査対象面上に結像させる走査光学系において、

前記走査用レンズは、少なくとも一面に副走査方向のパワーが主走査方向のパワーより小さいアナモフィック面を有し、前記補正用レンズは、少なくとも一面に副走査方向のパワーが主走査方向のパワーより大きく、副走査方向の実効的な屈折力が中心から周辺に向けて漸減するアナモフィック面を有し、副走査方向の像面湾曲補正効果が前記走査用レンズと前記補正用レンズとに分配されていることを特徴とする走査光学系。

【請求項2】 前記光源は、前記走査対象面上を副走査方向に離れて同時に走査する複数のスポットを形成するよう複数の発光部を有することを特徴とする請求項1に記載の走査光学系。

【請求項3】 前記補正用レンズは、1枚の単レンズから構成されることを特徴とする請求項1に記載の走査光学系。

【請求項4】 前記走査用レンズを構成するレンズの前記補正レンズ側の一つのレンズ面がアナモフィック面であり、その光軸上での主走査方向のパワー $\phi_{mo}$ と副走査方向のパワー $\phi_{ao}$ とが以下の条件、

$$-1. \quad 0 < \phi_{ao} / \phi_{mo} < 0.9 \quad \cdots (1)$$

を満たすことを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の走査光学系。

【請求項5】 前記走査用レンズは、前記偏向器側の第 $\phi_{m2i} / \phi_{a2i} < 0.5$ ,  $1.5 < \phi_{m2i} / \phi_{a2i} \quad \cdots (5)$ を満たすことを特徴とする請求項5に記載の走査光学系。

【請求項10】 前記光源と前記偏向器との間に、前記光源から発する光束を主走査方向に延びる線像として結像させる副走査方向に正のパワーを有するシリンドリカルレンズが設けられていることを特徴とする請求項1から9の何れかに記載の走査光学系。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、レーザープリンタ等の光走査ユニットに用いられる走査光学系に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来から、ポリゴンミラーにより反射された光束を走査対象面上に収束させるレンズ系として、比較的ポリゴンミラーに近い側に配置された2枚のレンズから構成される走査用レンズと、それより像面側に近接して配置された長尺の補正用レンズとを組み合わせ用いた走査光学系が知られている。

【0003】走査用レンズは、主走査方向、副走査方向

1レンズと前記補正用レンズ側の第2レンズとの2枚の単レンズから構成されることを特徴とする請求項1～4に記載の走査光学系。

【請求項6】 前記第1レンズの前記補正レンズ側のレンズ面がアナモフィック面であり、その光軸上での主走査方向のパワー $\phi_{m1o}$ と副走査方向のパワー $\phi_{a1o}$ とが以下の条件、

$$-1. \quad 0 < \phi_{a1o} / \phi_{m1o} < 1.0 \quad \cdots (2)$$

を満たすことを特徴とする請求項5に記載の走査光学系。

【請求項7】 前記第2レンズの前記補正レンズ側のレンズ面がアナモフィック面であり、その光軸上での主走査方向のパワー $\phi_{m2o}$ と副走査方向のパワー $\phi_{a2o}$ とが以下の条件、

$$-2. \quad 0 < \phi_{a2o} / \phi_{m2o} < 0.9 \quad \cdots (3)$$

を満たすことを特徴とする請求項5に記載の走査光学系。

【請求項8】 前記第1レンズの前記偏向器側のレンズ面がアナモフィック面であり、その光軸上での主走査方向のパワー $\phi_{m1i}$ と副走査方向のパワー $\phi_{a1i}$ とが以下の条件、

$$-0. \quad 1 < \phi_{m1i} / \phi_{a1i} < 0.9 \quad \cdots (4)$$

を満たすことを特徴とする請求項5に記載の走査光学系。

【請求項9】 前記第2レンズの前記偏向器側のレンズ面がアナモフィック面であり、その光軸上での主走査方向のパワー $\phi_{m2i}$ と副走査方向のパワー $\phi_{a2i}$ とが以下の条件、

に正のパワーを持ち、補正用レンズは、主として副走査方向にのみ正のパワーを有する。補正用レンズの副走査方向の実効的な屈折力は、中心となる光軸上から周辺部に向けて漸減するように構成されており、この実効的な屈折力の勾配により走査用レンズにより発生する副走査方向の像面湾曲を補正することができる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の走査光学系は、複数のビームを同時に走査させるマルチビーム走査光学系に適用した場合に、走査線の相対的な間隔が走査位置によって変化し、描画性能が劣化するという問題を有する。上述のように、補正用レンズは副走査方向のパワーの勾配を有しているため、光軸から副走査方向に離れた位置を通過する走査線については、主走査方向の周辺部に向かうにしたがい、スポット位置が光軸上を通る走査線から副走査方向に離れ、走査線が湾曲する。また、湾曲量は、光軸からの副走査方向の距離が大きくなるにしたがって大きくなる。したがって、副走査方向にある間隔をもって走査される2本の走査線は、それらの副走査方向の相対的な間隔が主走査方

向の走査位置により変化することとなる。

【0005】この発明は、上述した従来技術の課題に鑑みてなされたものであり、副走査方向の像面湾曲の発生を抑えつつ、マルチビーム走査光学系に適用した場合にも走査線の間隔の変化を小さく抑えることができる走査光学系を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】この発明にかかる走査光学系は、上記の目的を達成させるため、光源から発した光束を偏向器により偏向、走査させ、主走査方向に正のパワーを有する走査用レンズと、主として副走査方向に正のパワーを持つ補正用レンズとを介して走査対象面上に結像させる走査光学系において、走査用レンズは少なくとも一面に副走査方向のパワーが主走査方向のパワーより小さいアナモフィック面を有し、補正用レンズは、少なくとも一面に副走査方向のパワーが主走査方向のパワーより大きく、副走査方向のパワーが中心から周辺に向けて漸減するアナモフィック面を有し、副走査方向の像面湾曲補正効果が走査用レンズと補正用レンズとに分配されていることを特徴とする。

【0007】光源としては、走査対象面上を副走査方向に離れて同時に走査する複数のスポットを形成するよう複数の発光部を有する多点発光半導体レーザー等の素子を用いることができる。走査用レンズは、望ましくは第1、第2レンズの2枚の単レンズから構成される。一方、補正用レンズは、望ましくは1枚の単レンズから構成される。

【0008】走査用レンズのアナモフィック面は、いずれのレンズ面に設けてもよいが、走査用レンズを構成するレンズの補正レンズ側の一つのレンズ面をアナモフィック面とする場合には、その光軸上での主走査方向のパワー $\phi_{mo}$ と副走査方向のパワー $\phi_{ao}$ とが以下の条件、  
 $-1.0 < \phi_{ao} / \phi_{mo} < 0.9 \quad \cdots (1)$   
を満たすことが望ましい。

【0009】走査用レンズが偏向器側から並んだ第1、第2レンズから構成される場合、アナモフィック面の設ける位置により満たすべきパワーバランスが異なる。第1レンズの補正レンズ側のレンズ面がアナモフィック面である場合には、その光軸上での主走査方向のパワー $\phi_{mlo}$ と副走査方向のパワー $\phi_{alo}$ とが以下の条件、  
 $-1.0 < \phi_{alo} / \phi_{mlo} < 1.0 \quad \cdots (2)$   
を満たすことが望ましく、第2レンズの補正レンズ側のレンズ面がアナモフィック面である場合には、その光軸上での主走査方向のパワー $\phi_{m2o}$ と副走査方向のパワー $\phi_{a2o}$ とが以下の条件、  
 $-2.0 < \phi_{a2o} / \phi_{m2o} < 0.9 \quad \cdots (3)$   
を満たすことが望ましい。

【0010】第1レンズの偏向器側のレンズ面がアナモフィック面である場合には、その光軸上での主走査方向のパワー $\phi_{mli}$ と副走査方向のパワー $\phi_{ali}$ とが以下の条

件、

$$-0.1 < \phi_{mli} / \phi_{ali} < 0.9 \quad \cdots (4)$$

を満たすことが望ましく、第2レンズの偏向器側のレンズ面がアナモフィック面である場合には、その光軸上での主走査方向のパワー $\phi_{m2i}$ と副走査方向のパワー $\phi_{a2i}$ とが以下の条件、

$$0.5 < \phi_{m2i} / \phi_{a2i} < 1.5 \quad \cdots (5)$$

を満たすことが望ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、この発明にかかる走査光学系の実施形態を説明する。実施形態の装置は、レーザープリンターに使用されるレーザー走査ユニットであり、入力される描画信号にしたがってON/OFF変調された複数のレーザー光を感光体ドラム上で同時に走査させ、静電潜像を形成するマルチビーム走査光学系である。

【0012】実施形態にかかる走査光学系は、例えば、主走査方向の平面図である図1および副走査方向の側面図である図2に示されるように、光源である多点発光半導体レーザー10から発した発散光をコリメートレンズ11により平行光束とし、副走査方向に正のパワーを有するシリンドリカルレンズ12を介して偏向器であるポリゴンミラー14の反射面14aに入射させる。ポリゴンミラー14で反射、偏向されたレーザー光は、走査レンズ20および補正用レンズ30を介して収束され、走査対象面40上に主走査方向に走査する複数のスポットを形成する。

【0013】光源としては、独立して変調される複数の半導体レーザーを用いてもよい。シリンドリカルレンズ12は、コリメートレンズ11側のレンズ面が副走査方向にのみ正のパワーを持つシリンドリカル面、ポリゴンミラー14側のレンズ面が平面として構成されている。シリンドリカルレンズ12のパワーは、シリンドリカルレンズ12により形成される線像がポリゴンミラー14の反射面14aの近傍に位置するように定められている。

【0014】ポリゴンミラー14で反射された光束は、主走査方向にはほぼ平行光として、副走査方向には発散光として走査用レンズ20に入射する。走査用レンズ20は、ポリゴンミラー14側から第1レンズ21と第2レンズ22とが配列して構成されている。走査用レンズ20は、全体として主走査方向に正のパワーを有しており、走査用レンズ20を透過した光束は主走査方向には収束光となる。一方、走査レンズ20は、この例では副走査方向に負のパワーを有しており、透過光は副走査方向では発散光となる。

【0015】走査レンズ20は、少なくとも一面に副走査方向のパワーが主走査方向のパワーより小さいアナモフィック面を有する。アナモフィック面は、第1レンズ21のポリゴンミラー14側のレンズ面21a、補正用レンズ30側のレンズ面21b、第2レンズ22のポリゴンミラー14側のレンズ面22a、補正用レンズ30

側のレンズ面22bのいずれに設定してもよい。この例では、第1レンズ21のレンズ面21aがアナモフィック面として構成されている。

【0016】補正用レンズ30は、走査対象面40側に近接して配置された長尺のレンズであり、その走査用レンズ20側のレンズ面30aは、副走査方向の実効的な屈折力が中心から周辺に向けて漸減するアナモフィック面であり、副走査方向に強い正のパワーを有する。補正用レンズ30を透過した光束は、主走査、副走査の両方向に関して収束光となり、走査対象面40上に複数のビームスポットを形成する。

【0017】アナモフィック面として構成された第1レンズ21のレンズ面21aと補正用レンズ30のレンズ面30aとの副走査方向のパワー配分は、共に副走査方向の像面湾曲を補正する効果を有しており、したがって、この例ではレンズ面21a、30aに像面湾曲補正効果が分配されている。これらのアナモフィック面は、主走査方向の非円弧曲線を光軸と直交する主走査方向の回転軸を中心に回転させた軌跡として定義される変形トーリック面である。

【0018】副走査方向の像面湾曲補正効果を補正用レンズ30のみでなく走査用レンズ20にも負担させることにより、補正用レンズ30の副走査方向の実効的な屈折力の勾配を従来より緩めることができ、像面湾曲の発生量を従来と同様に抑えつつ、軸外の走査線の湾曲を抑えることができる。したがって、走査対象面40上に形成される複数の走査線の間隔も偏向角度によらず、すなわち、走査位置によらず、ほぼ一定に保つことができる。

【0019】次に、走査用レンズ20のアナモフィック面の位置と、その位置にアナモフィック面を配置した際にアナモフィック面が満たすべき主走査方向、副走査方向のパワーバランスとの関係について説明する。走査用レンズ20を構成するレンズの補正レンズ30側の一つのレンズ面をアナモフィック面とする場合には、その光軸上での主走査方向のパワー $\phi_{mo}$ と副走査方向のパワー $\phi_{ao}$ とが以下の条件、

$$-1.0 < \phi_{ao} / \phi_{mo} < 0.9 \quad \dots(1)$$

を満たすことが望ましい。パワーバランスが条件(4)の下限以下となる場合には、波面収差が大きくなりスポットを所定の径に収束させることができなくなる。また、条件(4)の上限を越える場合、あるいは条件(5)を満たさない場合には、軸外の走査線の湾曲量が大きくなり、描画精度が低下する。

【0023】

【実施例】次に、この発明の走査光学系の具体的な実施例を7例説明する。

【0024】

【実施例1】図1は、実施例1にかかる走査光学系の主

を満たすことが望ましい。なお、レンズ面の主走査方向のパワー $\phi_m$ は、レンズ面の軸上の主走査方向の曲率半径を $r_y$ 、レンズ面より入射側の媒質の屈折率を $n_i$ 、射出側の媒質の屈折率を $n_o$ として、 $\phi_m = (n_o - n_i) / r_y$ により求められる。同様に、副走査方向のパワー $\phi_a$ は、レンズ面の軸上の副走査方向の曲率半径を $r_z$ として、 $\phi_a = (n_o - n_i) / r_z$ により求められる。ただし、パワーバランスは、 $\phi_a / \phi_m = r_y / r_z$ により求められる。

【0020】第1レンズ21の補正レンズ30側のレンズ面21bがアナモフィック面である場合には、その光軸上での主走査方向のパワー $\phi_{mlo}$ と副走査方向のパワー $\phi_{alo}$ とが以下の条件、

$$-1.0 < \phi_{alo} / \phi_{mlo} < 1.0 \quad \dots(2)$$

を満たすことが望ましく、第2レンズ22の補正レンズ30側のレンズ面22bがアナモフィック面である場合には、その光軸上での主走査方向のパワー $\phi_{m2o}$ と副走査方向のパワー $\phi_{a2o}$ とが以下の条件、

$$-2.0 < \phi_{a2o} / \phi_{m2o} < 0.9 \quad \dots(3)$$

を満たすことが望ましい。

【0021】パワーバランスが条件(2)、(3)の下限以下となる場合には、波面収差が大きくなりスポットを所定の径に収束させることができなくなる。また、これらの条件の上限を越える場合には、軸外の走査線の湾曲量が大きくなり、描画精度が低下する。前記の条件(1)は、条件(2)、(3)の重複範囲を規定しており、これを満たす場合にはいずれの射出側のレンズ面をアナモフィック面とした場合にも所望の効果を達成することができる。

【0022】第1レンズ21のポリゴンミラー14側のレンズ面21aがアナモフィック面である場合には、その光軸上での主走査方向のパワー $\phi_{mli}$ と副走査方向のパワー $\phi_{ali}$ とが以下の条件、

$$-0.1 < \phi_{mli} / \phi_{ali} < 0.9 \quad \dots(4)$$

を満たすことが望ましく、第2レンズ22のポリゴンミラー14側のレンズ面22aがアナモフィック面である場合には、その光軸上での主走査方向のパワー $\phi_{m2i}$ と副走査方向のパワー $\phi_{a2i}$ とが以下の条件、

$$\phi_{m2i} / \phi_{a2i} < 0.5, \quad 1.5 < \phi_{m2i} / \phi_{a2i} \quad \dots(5)$$

走査方向の説明図、図2はその副走査方向の説明図である。表1は、実施例1にかかる走査光学系のシリンドリカルレンズ12より走査対象面40側の構成を示す。表中の記号 $r_y$ は主走査方向の曲率半径、 $r_z$ は副走査方向の曲率半径(回転対称面の場合には省略)、 $d$ は面間の光軸上の距離(面番号9の $d$ は補正用レンズ30から走査対象面40までの距離)、 $n$ は波長780nmでの屈折率である。表中、第1、第2面がシリンドリカルレンズ12、第3面がポリゴンミラー14のミラー面、第4、第5面が第1レンズ21、第6、第7面が第2レンズ22、第8、第9面が補正用レンズ30を示す。

【0025】実施例1では、第1レンズ21のレンズ面21a(第4面)と補正用レンズ30の走査レンズ20側のレンズ面30a(第8面)とが、いずれも主走査面内の非円弧曲線を光軸と垂直な主走査方向の回転軸を中心に回転させた軌跡として定義される変形トーリック面として形成されている。また、第1レンズ21のレンズ面21b(第5面)は回転対称な非球面、第2レンズ22のレンズ面22a(第6面)は平面、第2レンズ22のレンズ面22b(第7面)と補正用レンズ30のレンズ面30b(第9面)は球面である。

【0026】非球面は、光軸からの高さがYとなる非球面上の座標点の非球面の光軸上での接平面からの距離(サグ量)をX、非球面の光軸上での曲率(1/r)をC、円錐係数をK、4次、6次、8次の非球面係数をA4、A6、A8として以下の式で表される。

【0027】

$$【数1】 X = CY^2 / (1 + \sqrt{1 - (1 + K)C^2 Y^2}) + A4Y^4 + A6Y^6 + A8Y^8$$

【0028】また、変形トーリック面を規定する主走査方向の非円弧曲線は、光軸からの主走査方向の高さがYとなる非円弧曲線上の座標点の非円弧曲線の光軸上での接線からの距離(サグ量)をX、非円弧曲線の光軸上での曲率(1/r)をC、円錐係数をK、4次、6次、8次の非円弧係数をA4、A6、A8とすると、上記の非球面の式と同一の式で表される。なお、表1における非球面、変形トーリック面の曲率半径は、それぞれの光学素子の軸上の曲率半径であり、円錐係数、非球面係数(非円弧係数)は表2に示される。表2における表記Eは、10を基数、Eの右の数字を指数とする累乗を表しており、例えば「-1.050E-6」は「 $-1.050 \times 10^{-6}$ 」を意味する。

【0029】

【表1】

f=200.0mm 走査幅 300mm 画角43.0°

面番号	ry	rz	d	n
1	∞	50.000	4.000	1.51072
2	∞	-	94.500	
3	∞	-	50.000	
4	-121.600	-39.800	7.000	1.48617
5	-90.000	-	2.000	
6	∞	-	15.000	1.78569
7	-224.770	-	110.000	
8	-622.800	30.350	5.000	1.48617
9	-622.800	-	87.240	

【0030】

【表2】

面番号	K	A4	A6	A8
4	2.8	-1.050E-6	2.000E-10	7.020E-15
5	0.8	-7.650E-7	1.270E-11	1.400E-14
8	0.0	2.480E-8	-9.730E-13	1.840E-17

【0031】第1レンズ21のレンズ面21aは、上記

の式により定義される非円弧曲線を、この曲線と光軸との交点からポリゴンミラー14側の方向に39.800mm離れた位置で光軸に垂直に交差する主走査方向に対して平行な回転軸を中心に回転させた軌跡として規定される。一方、補正用レンズ30のレンズ面30aは、上記の式により定義される非円弧曲線を、この曲線と光軸との交点から走査対象面40側の方向に30.350mm離れた位置で光軸と垂直に交差する主走査方向に対して平行な回転軸を中心に回転させた軌跡として規定される。

【0032】図3は、実施例1の構成による走査光学系の(A)直線性誤差、(B)主走査方向、副走査方向の像面湾曲、(C)走査線の湾曲をそれぞれ示す。各グラフの縦軸は像高(走査対象面40での光軸からの主走査方向の距離)、横軸は各収差の発生量であり、単位は全てmmである。図3(C)に示される走査線の湾曲は、像高0の位置で光軸を挟んで±25μmの点を走査する2つのビームスポットの走査位置として表している。実施例1の構成によれば、直線性誤差や像面湾曲を小さく抑えつつ、走査線の湾曲量を1.1μmに抑えることができる。

【0033】

【実施例2】図4は、実施例2にかかる走査光学系の主走査方向の説明図、図5はその副走査方向の説明図である。表3は、実施例2にかかる走査光学系のシリンドリカルレンズ12より走査対象面40側の構成を示す。実施例2では、第1レンズ21のレンズ面21b(第5面)と補正用レンズ30の走査レンズ20側のレンズ面30a(第8面)とが変形トーリック面として形成されている。また、第1レンズ21のレンズ面21a(第4面)は回転対称な非球面、第2レンズ22のレンズ面22a(第6面)は平面、第2レンズ22のレンズ面22b(第7面)と補正用レンズ30のレンズ面30b(第9面)は球面である。非球面、変形トーリック面の円錐係数、非球面係数(非円弧係数)は表4に示される。

【0034】

【表3】

f=200.0mm 走査幅 300mm 画角43.0°

面番号	ry	rz	d	n
1	∞	50.000	4.000	1.51072
2	∞	-	94.500	
3	∞	-	50.000	
4	-123.400	-	7.000	1.48617
5	-94.500	∞	2.000	
6	∞	-	15.000	1.78569
7	-212.770	-	110.000	
8	-658.670	30.600	5.000	1.48617
9	-658.670	-	87.610	

【0035】

【表4】

面番号	K	A4	A6	A8
4	2.8	-9.460E-7	2.730E-10	4.130E-15
5	0.8	-6.880E-7	6.590E-11	2.530E-14
8	0.0	2.320E-8	-8.690E-13	8.220E-18

【0036】第1レンズ21のレンズ面21bは、上記の係数により定義される非円弧曲線を、副走査方向に平行移動させた軌跡として規定される。一方、補正用レンズ30のレンズ面30aは、上記の式により定義される非円弧曲線を、この曲線と光軸との交点から走査対象面40側の方向に30.600mm離れた位置で光軸と垂直に交差する主走査方向に対して平行な回転軸を中心に回転させた軌跡として規定される。

【0037】図6は、実施例2の構成による走査光学系の(A)直線性誤差、(B)主走査方向、副走査方向の像面湾曲、(C)走査線の湾曲をそれぞれ示す。実施例2の構成によれば、直線性誤差や像面湾曲を小さく抑えつつ、走査線の湾曲量を0.6 $\mu$ mに抑えることができる。

【0038】

【実施例3】図7は、実施例3にかかる走査光学系の主走査方向の説明図、図8はその副走査方向の説明図である。表5は、実施例3にかかる走査光学系のシリンドリカルレンズ12より走査対象面40側の構成を示す。実施例3では、第2レンズ22のレンズ面22b(第7面)がシリンドリカル面、補正用レンズ30の走査レンズ20側のレンズ面30a(第8面)が変形トーリック面として形成されている。また、第1レンズ21のレンズ面21a、21b(第4面、第5面)は回転対称な非球面、第2レンズ22のレンズ面22a(第6面)は平面、補正用レンズ30のレンズ面30b(第9面)は球面である。非球面、変形トーリック面の円錐係数、非球面係数(非円弧係数)は表6に示される。

【0039】

【表5】

f=200.0mm 走査幅 300mm 画角43.0°

面番号	ry	rz	d	n
1	$\infty$	50.000	4.000	1.51072
2	$\infty$	-	94.500	
3	$\infty$	-	50.000	
4	-123.430	-	7.000	1.48617
5	-92.700	-	2.000	
6	$\infty$	-	15.000	1.78569
7	-218.650	$\infty$	120.000	
8	-733.600	28.500	5.000	1.48617
9	-733.600	-	77.350	

【0040】

【表6】

面番号	K	A4	A6	A8
4	2.8	-1.220E-6	3.070E-10	-6.600E-15
5	0.8	-9.090E-7	7.470E-11	1.420E-14
8	0.0	2.030E-8	-6.470E-13	8.250E-18

【0041】補正用レンズ30のレンズ面30aは、上記の係数により定義される非円弧曲線を、この曲線と光軸との交点から走査対象面40側の方向に28.500mm離れた位置で光軸と垂直に交差する主走査方向に対して平行な回転軸を中心に回転させた軌跡として規定される。

【0042】図9は、実施例3の構成による走査光学系の(A)直線性誤差、(B)主走査方向、副走査方向の像面湾曲、(C)走査線の湾曲をそれぞれ示す。実施例3の構成によれば、直線性誤差や像面湾曲を小さく抑えつつ、走査線の湾曲量を0.8 $\mu$ mに抑えることができる。

【0043】

【実施例4】図10は、実施例4にかかる走査光学系の主走査方向の説明図、図11はその副走査方向の説明図である。表7は、実施例4にかかる走査光学系のシリンドリカルレンズ12より走査対象面40側の構成を示す。実施例4では、第2レンズ22のレンズ面22a(第6面)がシリンドリカル面、補正用レンズ30の走査レンズ20側のレンズ面30a(第8面)が変形トーリック面として形成されている。また、第1レンズ21のレンズ面21a、21b(第4面、第5面)は回転対称な非球面、第2レンズ22のレンズ面22b(第7面)と補正用レンズ30のレンズ面30b(第9面)は球面である。非球面、変形トーリック面の円錐係数、非球面係数(非円弧係数)は表8に示される。

【0044】

【表7】

f=200.0mm 走査幅 300mm 画角43.0°

面番号	ry	rz	d	n
1	$\infty$	50.000	4.000	1.51072
2	$\infty$	-	94.500	
3	$\infty$	-	50.000	
4	-120.560	-	7.000	1.48617
5	-90.890	-	2.000	
6	$\infty$	-307.700	15.000	1.78569
7	-219.580	-	110.000	
8	-699.100	31.150	5.000	1.48617
9	-699.100	-	87.450	

【0045】

【表8】

面番号	K	A4	A6	A8
4	2.8	-1.060E-6	1.950E-10	1.030E-14
5	0.8	-7.790E-7	1.140E-11	1.460E-14
8	0.0	2.440E-8	-1.050E-12	2.020E-17

【0046】補正用レンズ30のレンズ面30aは、上記の係数により定義される非円弧曲線を、この曲線と光軸との交点から走査対象面40側の方向に31.150mm離れ



た位置で光軸と垂直に交差する主走査方向の回転軸を中心に回転させた軌跡として規定される。

【0047】図12は、実施例4の構成による走査光学系の(A)直線性誤差、(B)主走査方向、副走査方向の像面湾曲、(C)走査線の湾曲をそれぞれ示す。実施例4の構成によれば、直線性誤差や像面湾曲を小さく抑えつつ、走査線の湾曲量を $0.6\mu\text{m}$ に抑えることができる。

#### 【0048】

【実施例5】図13は、実施例5にかかる走査光学系の主走査方向の説明図、図14はその副走査方向の説明図である。表9は、実施例5にかかる走査光学系のシリンドリカルレンズ12より走査対象面40側の構成を示す。実施例5では、第2レンズ22のレンズ面22a(第6面)がほぼシリンドリカル面に近いトーリック面、補正用レンズ30のレンズ面30a(第8面)が変形トーリック面として形成されている。また、第1レンズ21のレンズ面21a、21b(第4面、第5面)は回転対称な非球面、第2レンズ22のレンズ面22b(第7面)と補正用レンズ30のレンズ面30b(第9面)は球面である。非球面、変形トーリック面の円錐係数、非球面係数(非円弧係数)は表10に示される。

#### 【0049】

##### 【表9】

f=200.0mm 走査幅 300mm 画角43.0°

面番号	ry	rz	d	n
1	$\infty$	50.000	4.000	1.51072
2	$\infty$	-	94.500	
3	$\infty$	-	50.000	
4	-110.240	-	7.000	1.48617
5	-70.930	-	2.000	
6	316.190	1000.000	15.000	1.78569
7	7871.000	-	110.000	
8	-617.240	31.150	5.000	1.48617
9	-617.240	-	81.090	

#### 【0050】

##### 【表10】

面番号	K	A4	A6	A8
4	2.8	-1.395E-6	-1.700E-10	7.710E-14
5	0.8	-8.980E-7	-2.370E-10	-2.075E-14
8	0.0	2.140E-8	4.910E-13	-5.840E-17

【0051】補正用レンズ30のレンズ面30aは、上記の係数により定義される非円弧曲線を、この曲線と光軸との交点から走査対象面40側の方向に31.150mm離れた位置で光軸と垂直に交差する主走査方向に対して平行な回転軸を中心に回転させた軌跡として規定される。

【0052】図15は、実施例5の構成による走査光学系の(A)直線性誤差、(B)主走査方向、副走査方向の像面湾曲、(C)走査線の湾曲をそれぞれ示す。実施例2の構成によれば、直線性誤差や像面湾曲を小さく抑えつ

つ、走査線の湾曲量を $0.9\mu\text{m}$ に抑えることができる。

#### 【0053】

【実施例6】図16は、実施例6にかかる走査光学系の主走査方向の説明図、図17はその副走査方向の説明図である。表11は、実施例6にかかる走査光学系のシリンドリカルレンズ12より走査対象面40側の構成を示す。実施例6では、第1レンズ21のレンズ面21a(第4面)と補正用レンズ30の走査レンズ20側のレンズ面30a(第8面)とが変形トーリック面として形成されている。また、第1レンズ21のレンズ面21b(第5面)は回転対称な非球面、第2レンズ22のレンズ面22a(第6面)は平面、第2レンズ22のレンズ面22b(第7面)と補正用レンズ30のレンズ面30b(第9面)は球面である。非球面、変形トーリック面の円錐係数、非球面係数(非円弧係数)は表12に示される。

#### 【0054】

##### 【表11】

f=200.0mm 走査幅 300mm 画角43.0°

面番号	ry	rz	d	n
1	$\infty$	50.000	4.000	1.51072
2	$\infty$	-	94.500	
3	$\infty$	-	50.000	
4	-129.560	-80.000	7.000	1.48617
5	-91.620	-	2.000	
6	$\infty$	-	15.000	1.78569
7	-233.590	-	110.000	
8	-585.840	30.350	5.000	1.48617
9	-585.840	-	86.700	

#### 【0055】

##### 【表12】

面番号	K	A4	A6	A8
4	2.8	-4.820E-6	2.700E-10	-3.030E-15
5	0.8	-3.020E-7	9.670E-11	3.320E-14
8	0.0	2.700E-8	-5.220E-13	-1.170E-17

【0056】第1レンズ21のレンズ面21aは、上記の係数により定義される非円弧曲線を、この曲線と光軸との交点からポリゴンミラー14側の方向に80.000mm離れた位置で光軸と垂直に交差する主走査方向に対して平行な回転軸を中心に回転させた軌跡として規定される。一方、補正用レンズ30のレンズ面30aは、上記の式により定義される非円弧曲線を、この曲線と光軸との交点から走査対象面40側の方向に30.350mm離れた位置で光軸と垂直に交差する主走査方向に対して平行な回転軸を中心に回転させた軌跡として規定される。

【0057】図18は、実施例6の構成による走査光学系の(A)直線性誤差、(B)主走査方向、副走査方向の像面湾曲、(C)走査線の湾曲をそれぞれ示す。実施例6の構成によれば、直線性誤差や像面湾曲を小さく抑えつつ、走査線の湾曲量を $1.5\mu\text{m}$ に抑えることができ

る。

#### 【0058】

【実施例7】図19は、実施例7にかかる走査光学系の主走査方向の説明図、図20はその副走査方向の説明図である。表13は、実施例7にかかる走査光学系のシリンドリカルレンズ12より走査対象面40側の構成を示す。実施例7では、第1レンズ21のレンズ面21b(第5面)と補正用レンズ30の走査レンズ20側のレンズ面30a(第8面)とが変形トーリック面として形成されている。また、第1レンズ21のレンズ面21a(第4面)は回転対称な非球面、第2レンズ22のレンズ面22a(第6面)は平面、第2レンズ22のレンズ面22b(第7面)と補正用レンズ30のレンズ面30b(第9面)は球面である。非球面、変形トーリック面の円錐係数、非球面係数(非円弧係数)は表14に示される。

#### 【0059】

##### 【表13】

f=200.0mm 走査幅 300mm 画角43.0°

面番号	ry	rz	d	n
1	$\infty$	50.000	4.000	1.51072
2	$\infty$	-	94.500	
3	$\infty$	-	50.000	
4	-122.200	-	7.000	1.48617
5	-93.310	-95.940	2.000	
6	$\infty$	-	15.000	1.78569
7	-210.300	-	110.000	
8	-646.180	30.600	5.000	1.48617
9	-646.180	-	87.470	

#### 【0060】

##### 【表14】

面番号	K	A4	A6	A8
4	2.8	-9.504E-7	2.770E-10	1.990E-15
5	0.8	-6.907E-7	6.670E-11	2.440E-14
8	0.0	2.374E-8	-8.595E-13	9.595E-18

【0061】第1レンズ21のレンズ面21bは、上記の係数により定義される非円弧曲線を、この曲線と光軸

$$\phi m2i / \phi a2i < 0.5, \quad 1.5 < \phi m2i / \phi a2i \quad \cdots (5)$$

を満たしている。

#### 【0065】

実施例	アナモ面	$\phi m$	$\phi a$	$\phi m / \phi a$	$\phi a / \phi m$
1	第4面	-3.998E-3	-1.222E-2	0.327	3.055
2	第5面	5.145E-3	0.000	$\infty$	0.000
3	第7面	3.593E-3	0.000	$\infty$	0.000
4	第6面	0.000	-2.553E-3	0.000	$\infty$
5	第6面	2.485E-3	7.857E-4	3.163	0.316
6	第4面	-3.752E-3	-6.077E-3	0.617	1.620
7	第5面	5.210E-3	5.067E-3	1.028	0.973

#### 【0066】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、副走査方向の像面湾曲補正効果を走査用レンズと補

との交点からポリゴンミラー14側の方向に95.940mm離れた位置で光軸と垂直に交差する主走査方向に対して平行な回転軸を中心に回転させた軌跡として規定される。一方、補正用レンズ30のレンズ面30aは、上記の式により定義される非円弧曲線を、この曲線と光軸との交点から走査対象面40側の方向に30.600mm離れた位置で光軸と垂直に交差する主走査方向に対して平行な回転軸を中心に回転させた軌跡として規定される。

【0062】図21は、実施例7の構成による走査光学系の(A)直線性誤差、(B)主走査方向、副走査方向の像面湾曲、(C)走査線の湾曲をそれぞれ示す。実施例7の構成によれば、直線性誤差や像面湾曲を小さく抑えつつ、走査線の湾曲量を0.7 $\mu$ mに抑えることができる。

【0063】以下の表15は、走査用レンズに導入されたアナモフィック面の光軸上での主走査方向と副走査方向とのパワーとそのバランスとを示す。第1レンズ21のレンズ面21b(第5面)がアナモフィック面である実施例2、7は、 $-1.0 < \phi a1o / \phi m1o < 1.0 \quad \cdots (2)$ を満たしており、第2レンズ22のレンズ面22b(第7面)がアナモフィック面である実施例3は、 $-2.0 < \phi a2o / \phi m2o < 0.9 \quad \cdots (3)$ を満たしている。

【0064】第1レンズ21のレンズ面21a(第4面)がアナモフィック面である実施例1、6は、 $-0.1 < \phi m1i / \phi a1i < 0.9 \quad \cdots (4)$ を満たしており、第2レンズ22のレンズ面22a(第6面)がアナモフィック面である実施例4、5は、

##### 【表15】

正用レンズとに分配することにより、像面湾曲の発生を抑えつつ、軸外の走査線の湾曲を抑えることができる。したがって、マルチビーム走査光学系に適用した際に走

査線の間隔の変化を低く抑え、描画精度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施例1にかかる走査光学系の主走査方向の平面図である。

【図2】 実施例1の走査光学系の副走査方向の側面図である。

【図3】 実施例1の走査光学系の(A)直線性誤差、(B)主走査方向、副走査方向の像面湾曲、(C)走査線の湾曲を示すグラフである。

【図4】 この発明の実施例2にかかる走査光学系の主走査方向の平面図である。

【図5】 実施例2の走査光学系の副走査方向の側面図である。

【図6】 実施例2の走査光学系の(A)直線性誤差、(B)主走査方向、副走査方向の像面湾曲、(C)走査線の湾曲を示すグラフである。

【図7】 この発明の実施例3にかかる走査光学系の主走査方向の平面図である。

【図8】 実施例3の走査光学系の副走査方向の側面図である。

【図9】 実施例3の走査光学系の(A)直線性誤差、(B)主走査方向、副走査方向の像面湾曲、(C)走査線の湾曲を示すグラフである。

【図10】 この発明の実施例4にかかる走査光学系の主走査方向の平面図である。

【図11】 実施例4の走査光学系の副走査方向の側面図である。

【図12】 実施例4の走査光学系の(A)直線性誤差、(B)主走査方向、副走査方向の像面湾曲、(C)走査線の湾曲を示すグラフである。

【図13】 この発明の実施例5にかかる走査光学系の主走査方向の平面図である。

【図14】 実施例5の走査光学系の副走査方向の側面図である。

【図15】 実施例5の走査光学系の(A)直線性誤差、(B)主走査方向、副走査方向の像面湾曲、(C)走査線の湾曲を示すグラフである。

【図16】 この発明の実施例6にかかる走査光学系の主走査方向の平面図である。

【図17】 実施例6の走査光学系の副走査方向の側面図である。

【図18】 実施例6の走査光学系の(A)直線性誤差、(B)主走査方向、副走査方向の像面湾曲、(C)走査線の湾曲を示すグラフである。

【図19】 この発明の実施例7にかかる走査光学系の主走査方向の平面図である。

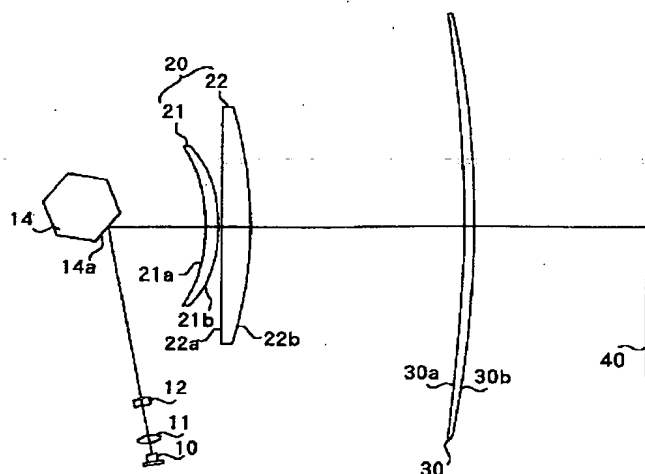
【図20】 実施例7の走査光学系の副走査方向の側面図である。

【図21】 実施例7の走査光学系の(A)直線性誤差、(B)主走査方向、副走査方向の像面湾曲、(C)走査線の湾曲を示すグラフである。

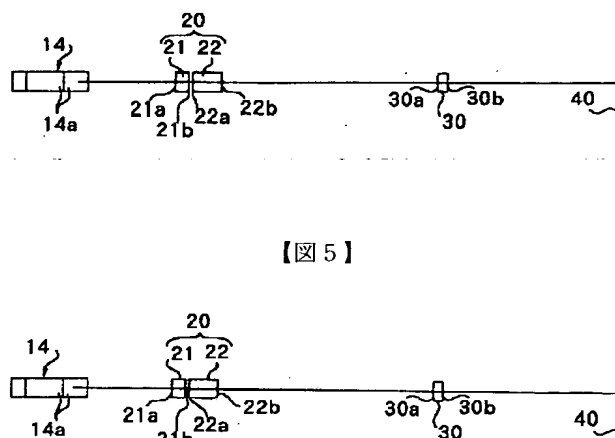
【符号の説明】

- 10 多点発光半導体レーザー
- 12 シリンドリカルレンズ
- 14 ポリゴンミラー
- 20 走査用レンズ
- 21 第1レンズ
- 22 第2レンズ
- 30 補正用レンズ
- 40 走査対象面

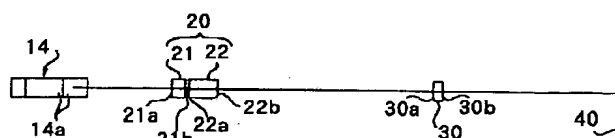
【図1】



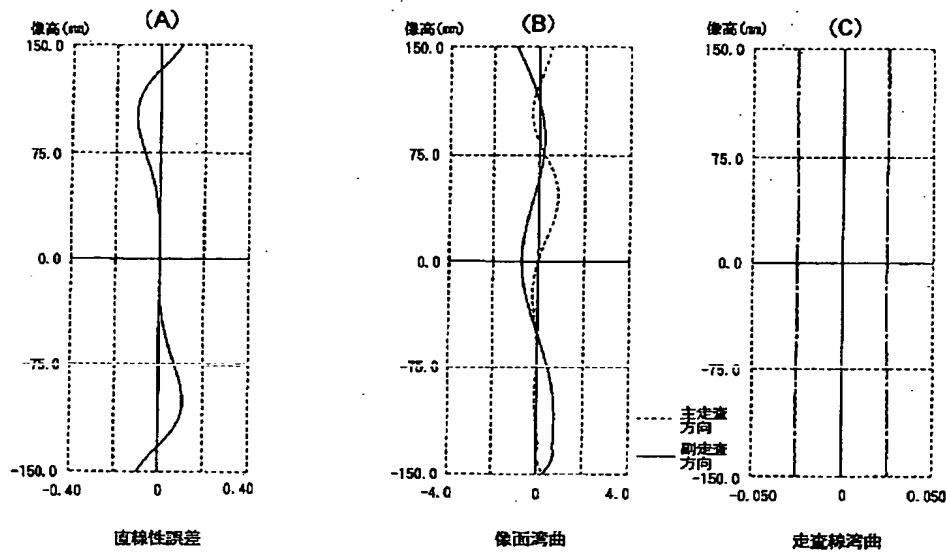
【図2】



【図5】

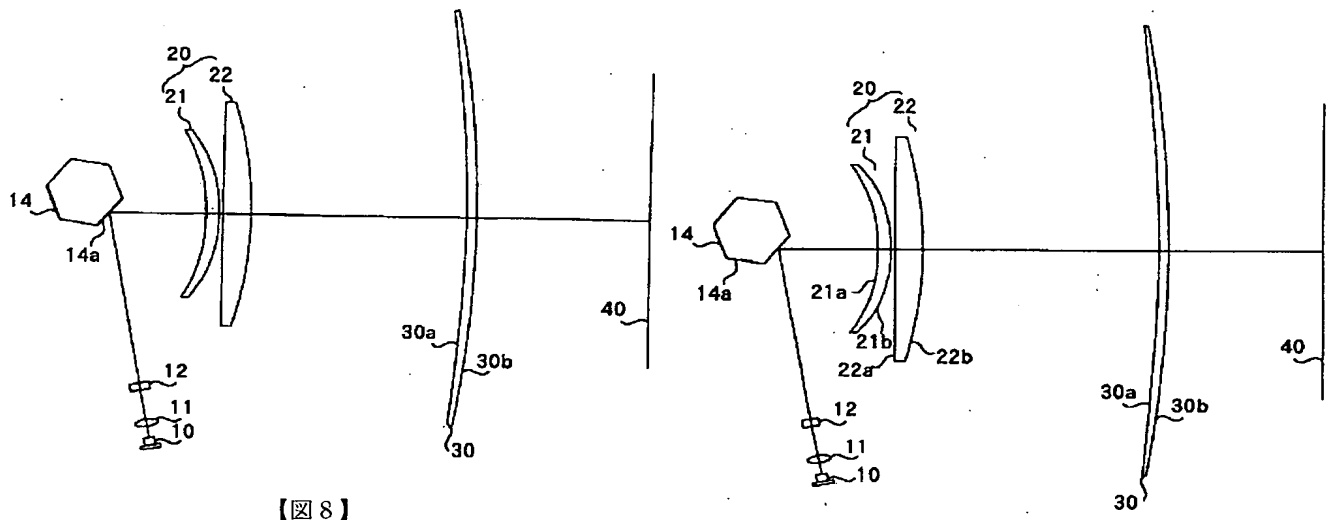


【図3】



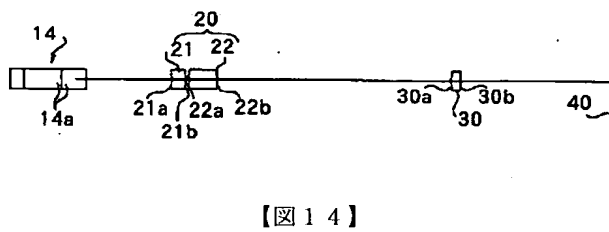
【図4】

【図7】

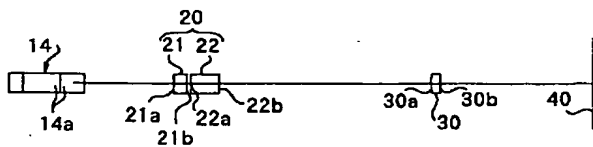


【図8】

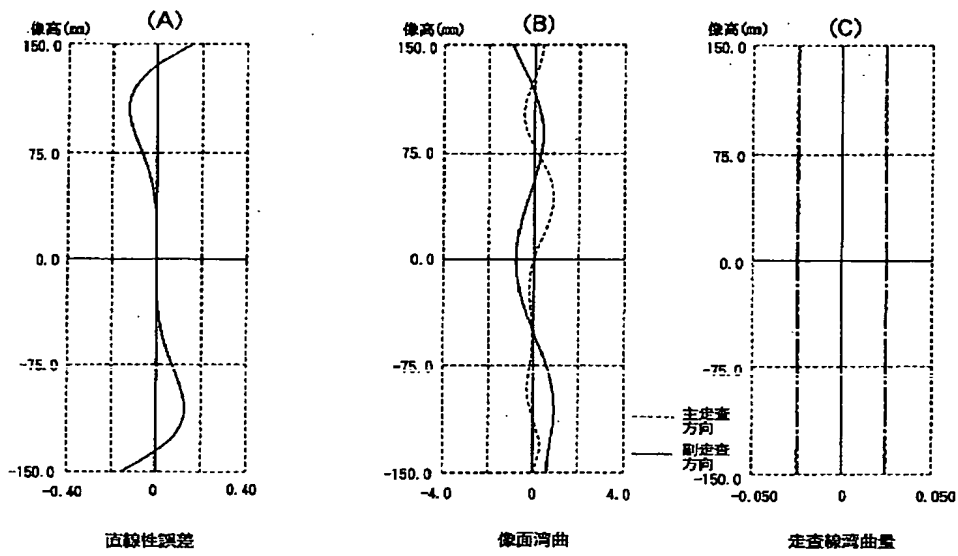
【図11】



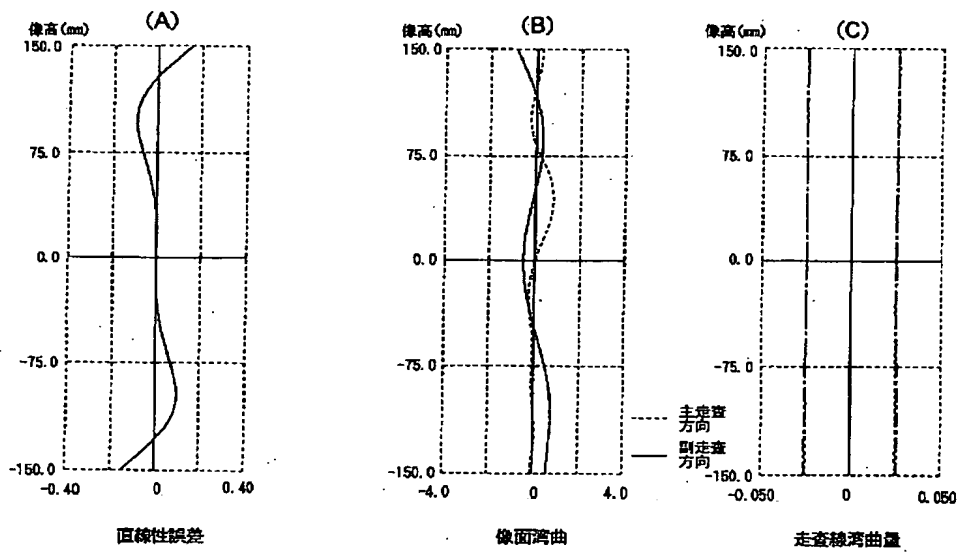
【図14】



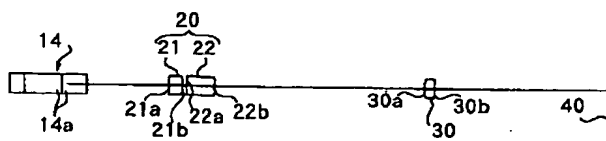
【図6】



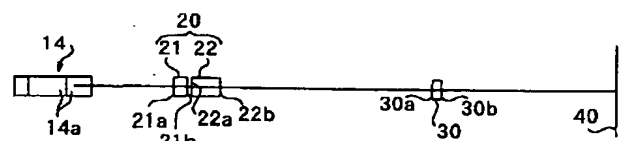
【図9】



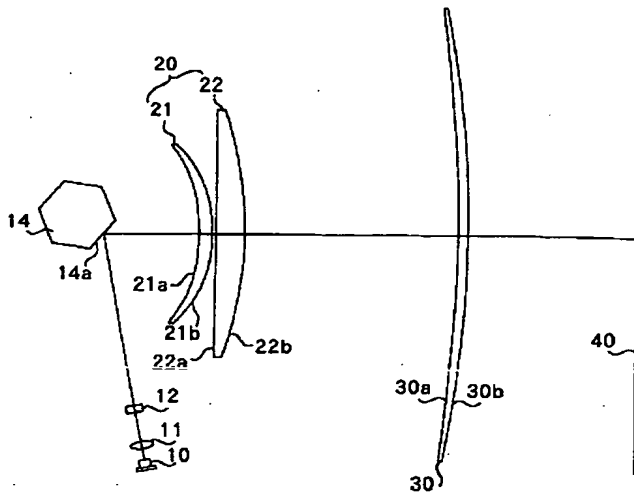
【図17】



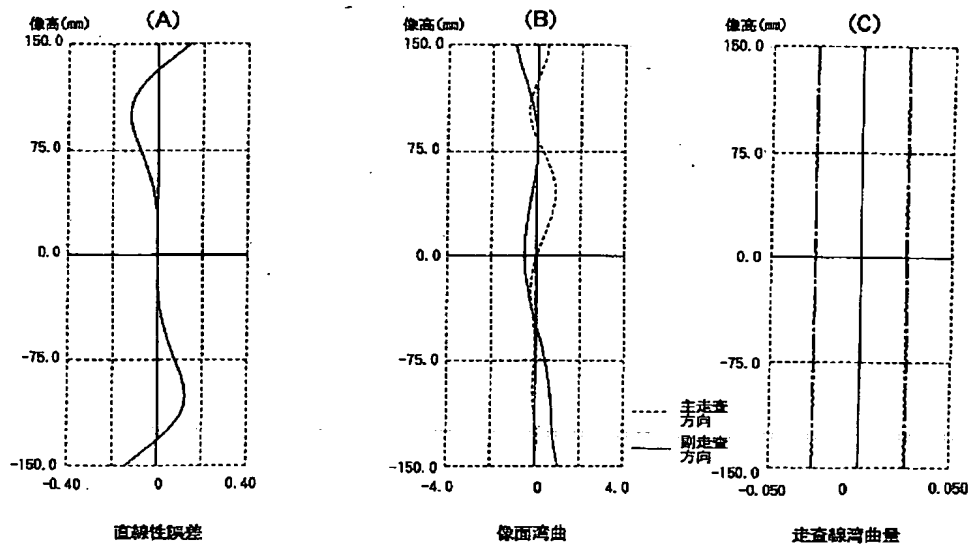
【図20】



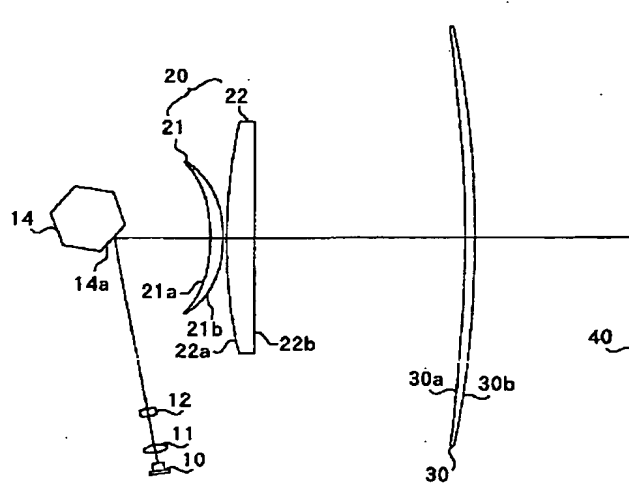
【図10】



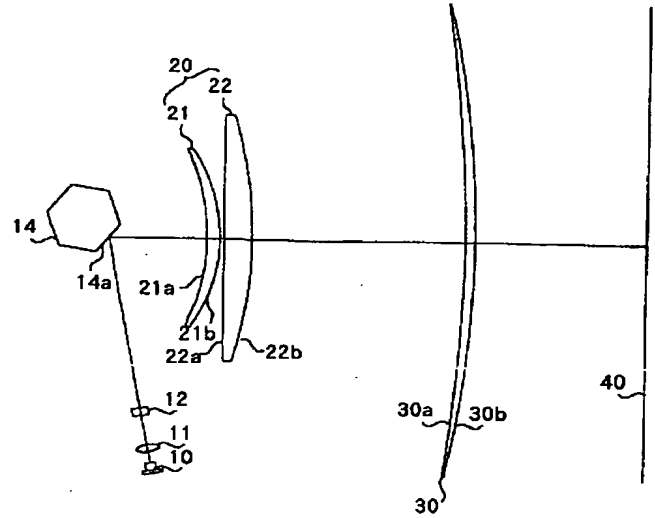
【図12】



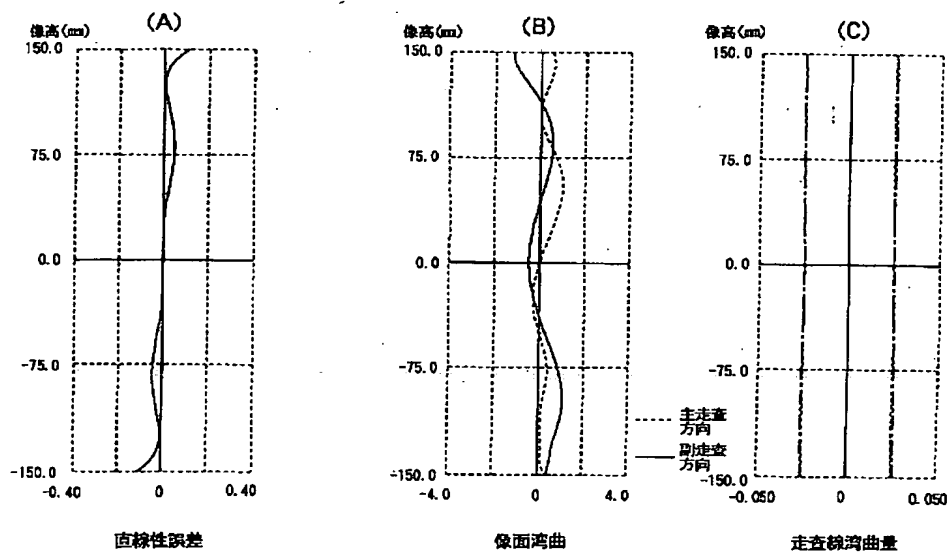
【図13】



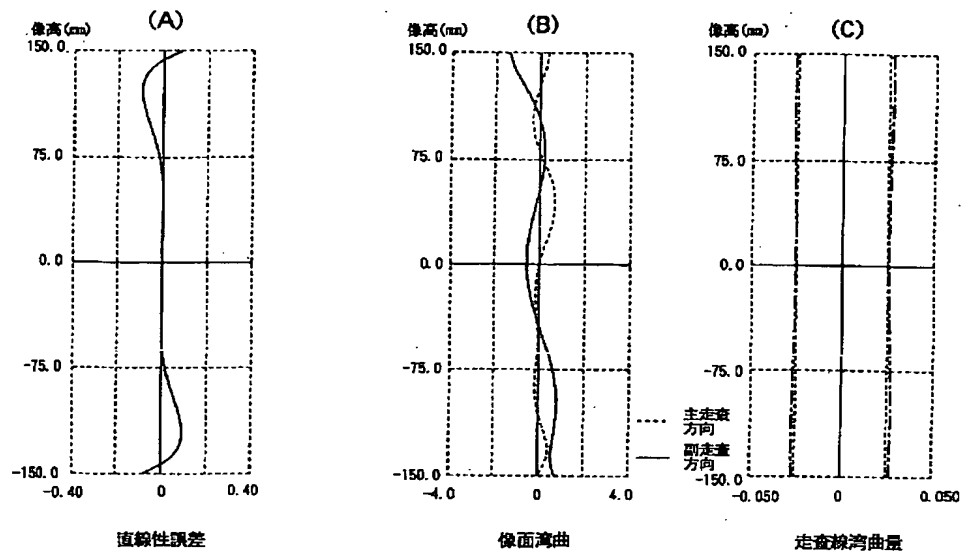
【図16】



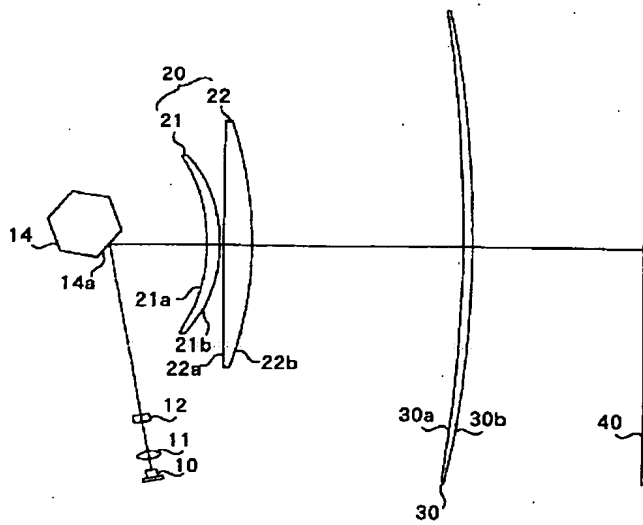
【図15】



【図18】



【図19】





【図 2 1】

